

THE INFLUENCE OF GASEOUS NITROGEN ATMOSPHERE ON CHILLED MEAT COLOUR AND MICROFLORA CHANGES DURING STORAGE

Одним из путей совершенствования технологии хранения и транспортировки охлажденного мяса является частичная или полная замена воздуха камеры хранения и вагона газообразным азотом.

Снижение качества охлажденного мяса в процессе хранения при обычных аэробных условиях связано, прежде всего, с окислительно-восстановительными превращениями гемопигментов и микробиологическими изменениями на поверхности мышечной ткани.

Цвет мяса, не оказывая значительного действия на пищевую ценность продукта, существенно влияет на оценку его товарного качества. Характер окрашивания мяса в большой степени зависит от парциального давления кислорода /1, 2/, скорости снижения величины рН /3/, температуры и продолжительности хранения /4, 5/, а также наличия микрофлоры /6/.

Влияние перечисленных факторов на качество мяса представляет особый интерес при хранении последнего в атмосфере газообразного азота.

Согласно Бомару /7/, частичная или полная замена воздуха газообразным азотом при хранении существенно влияет на характер микробиологических изменений в охлажденном мясе. Концентрация азота в обычном составе воздуха не препятствует развитию психрофильных бактерий, вызывающих порчу охлажденного мяса /8/. По данным Вайдеманна /9/, более высокое содержание азота в среде в разной степени (в зависимости от концентрации) влияет на изменение качества охлажденного мяса в процессе хранения. В 100%-ной атмосфере азота при 0°C охлажденное мясо можно хранить до 10 недель. Оно имело хороший внешний вид и при варке не обладало привкусом. При хранении мяса в 90-95%-ной атмосфере азота заметного эффекта, по сравнению с хранением в воздушной среде /7/, не получено.

Партманн /10, 11/ дал хорошую микробиологическую и органолептическую оценки состояния поверхности мышечной ткани говядины, свинины и телятины при хранении в течение 6-8 дней при 3 и 7°C в атмосфере, состоящей из 100% азота или 99% азота и 1% кислорода.

Во ВНИИХИ проведены исследования по хранению охлажденного мяса в атмосфере с различным содержанием азота. Была взята охлажденная говядина (длиннейший мускул спины), которую хранили в течение 20 сут. при 0°C в атмосфере с содержанием газообразного азота (90, 95, 99 и 99,8%). Контрольные образцы хранили на воздухе при этой же температуре.

Качество мяса оценивали по изменению цвета поверхности мышечной ткани и микрофлоры перед закладкой на хранение, а затем через 3, 6, 9, 12, 20 сут. хранения. После 20-суточного хранения в атмосфере азота мясо выдерживали в течение 1, 3 и 10 час. на воздухе при 0, 4 и 18°C.

Для характеристики взаимопревращения гемопигментов мышечной ткани в процессе хранения был принят метод определения процентного соотношения различных форм гемопигментов в поверхности мышечной ткани по Дину и Боллу /12/ с некоторыми модификациями Шнайдера /13/ и Стюарта /14/. Исследования проведены с помощью спектрофотометра СФ-10, в видимой области спектра с диапазоном длин волн от 400 до 750 мкм и шкалы оптической плотности.

Для микробиологических исследований пробы отбирали с поверхности мышечной ткани в виде срезов площадью 10 см².

Общее количество бактерий учитывали на мясо-пептонном агаре (МПА) после 48-часовой инкубации посевов при 24°C; психротрофные бактерии — на МПА после 14-суточной инкубации при 2°C; анаэробные бактерии — на среде Рогоза /15/ после 7-суточной выдержки при 22°C в анаэроостате. Видовой состав микрофлоры охлажденного мяса определяли по культурально-биохимическим свойствам.

Исследовано также влияние атмосферы азота на морфологию бактерий рода *Pseudomonas* с помощью электронного микроскопа УЭМБ-100.

Проведенные спектрофотометрические исследования, выраженные соотношением производных миоглобина, позволили установить, что непосредственно после убоя животного поверхность мышечной ткани парного мяса содержит преимущественно восстановленную форму миоглобина (92% от общего содержания пигмента). Охлаждение мяса в течение 20–24 час. вызывало заметное увеличение оксигенированной формы миоглобина до 90% и сниже-

ние его восстановленной формы до 10% (рис. I).

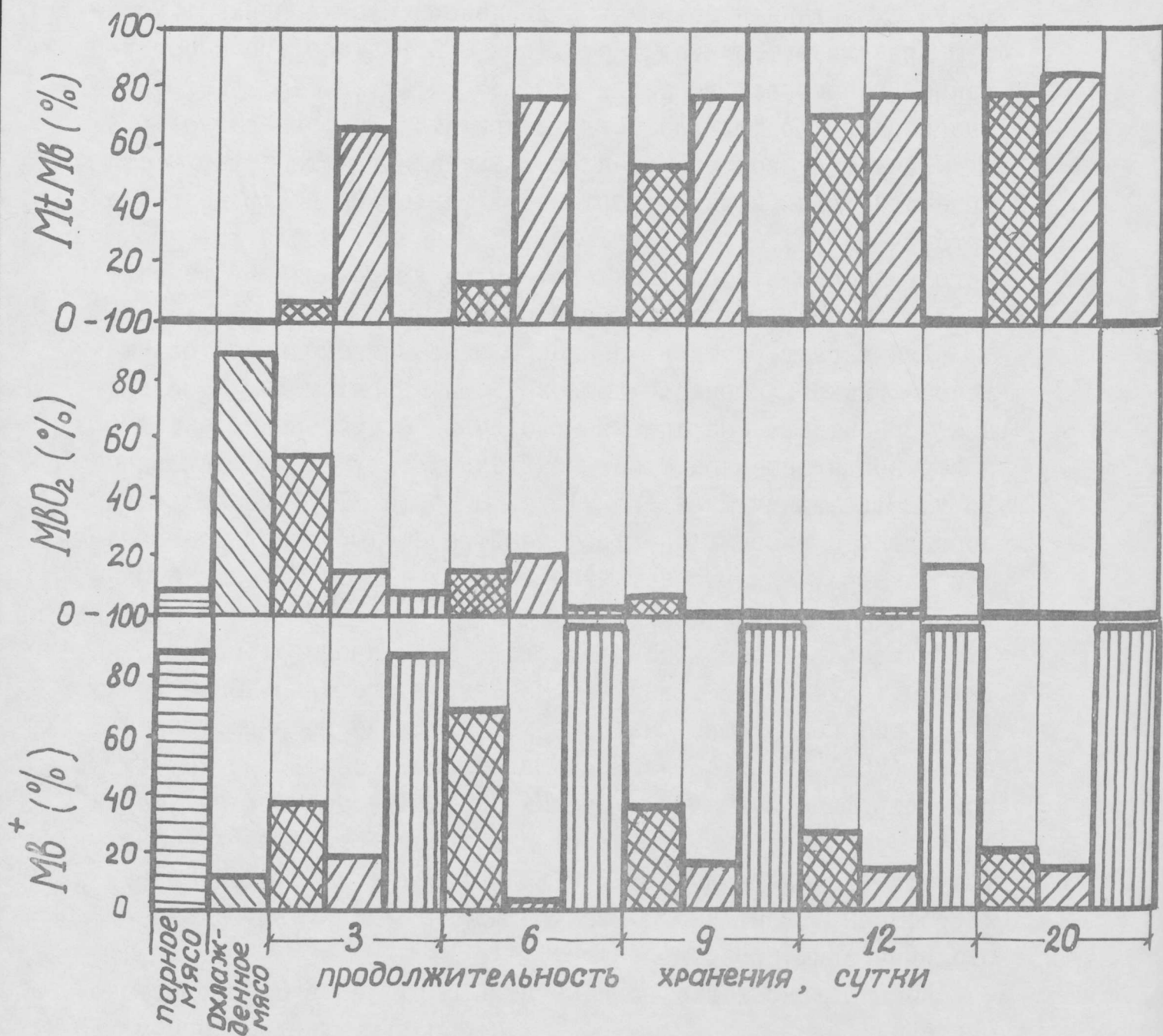


Рис. I. Соотношение форм миоглобина при хранении охлажденной говядины:

▣ - на воздухе; ▤ - в атмосфере с концентрацией азота 90-95%; ▥ - в атмосфере с концентрацией азота 99,8%

В контрольных образцах к 6 сут. хранения поверхность мышечной ткани мяса содержала около 13% метмиоглобина. К этому времени наблюдалось увеличение восстановленной формы миоглобина (до 70%) за счет восстановления оксимиоглобина. Ранее было установлено, что 75% кислорода, связанного в оксимиоглобине, после восстановления последнего используется на окисление пигмента до метформы /16/. Это положение было подтверждено и в наших опытах, так как к 9 сут. хранения охлажденного мяса на воздухе содержание метмиоглобина увеличивалось до 50%, что существенно влияло на окраску мышечной ткани. Соотношение гемопигментов, когда окисленная форма составляет более половины всего количества миоглобина, способствовало развитию ярковыраженного коричневого окрашивания поверхности мяса, что отмечено также и в исследованиях Гилка /17/. В гемопигментах охлажденного мяса, хранившегося в атмосфере 99,8%-ного азота, нами отмечено иное направление окислительно-восстановительных реакций: гемопигменты поверхности мышечной ткани в этом случае представлены восстановленной формой миоглобина (практически 100%), что и обеспечило пурпурно-красную окраску мяса в течение всего срока его хранения. По-видимому, в условиях крайне низкого парциального давления кислорода происходит процесс восстановления пигмента, т.е. диссоциации кислорода из оксимиоглобина. В этих условиях хранения дальнейшее окисление миоглобина не происходит, так как концентрация кислорода слишком низка.

Применение 90 и 95%-ной концентрации азота при хранении мяса приводило к восстановлению оксимиоглобина с последующим окислением до метформы, достигающим максимальной скорости, согласно Бруксу /1/, при давлении кислорода 4 мм рт.ст. Однако после контакта такого мяса с воздухом первоначальный цвет его несколько восстанавливался до вполне приемлемого красного. Скорость восстановления цвета мяса зависит от температуры воздуха, величины рН мяса и продолжительности выдержки образцов на воздухе.

При 18°C цвет мышечной ткани восстанавливался быстрее, чем при 0°C, мясо, величина рН которого была в пределах 5,9-6,5, приобретало первоначальную окраску быстрее, чем мясо с рН 5,4-5,8.

Атмосфера газообразного азота оказала влияние на количественный и качественный состав микрофлоры охлажденного мяса в процессе хранения.

Микробиологическими исследованиями установлено, что при исходной общей бактериальной обсемененности охлажденного мяса 10^3 клеток на 1 см^2 и количестве психротрофов 10^2 клеток на 1 см^2 начало роста бактерий на мясе при хранении на воздухе отмечалось на 6 сутки. В дальнейшем развитие бактерий проходило по логарифмической кривой со скоростью генерации 13 час; на 14 сут. содержание общего количества бактерий составило 10^8 клеток на 1 см^2 (рис. 2).

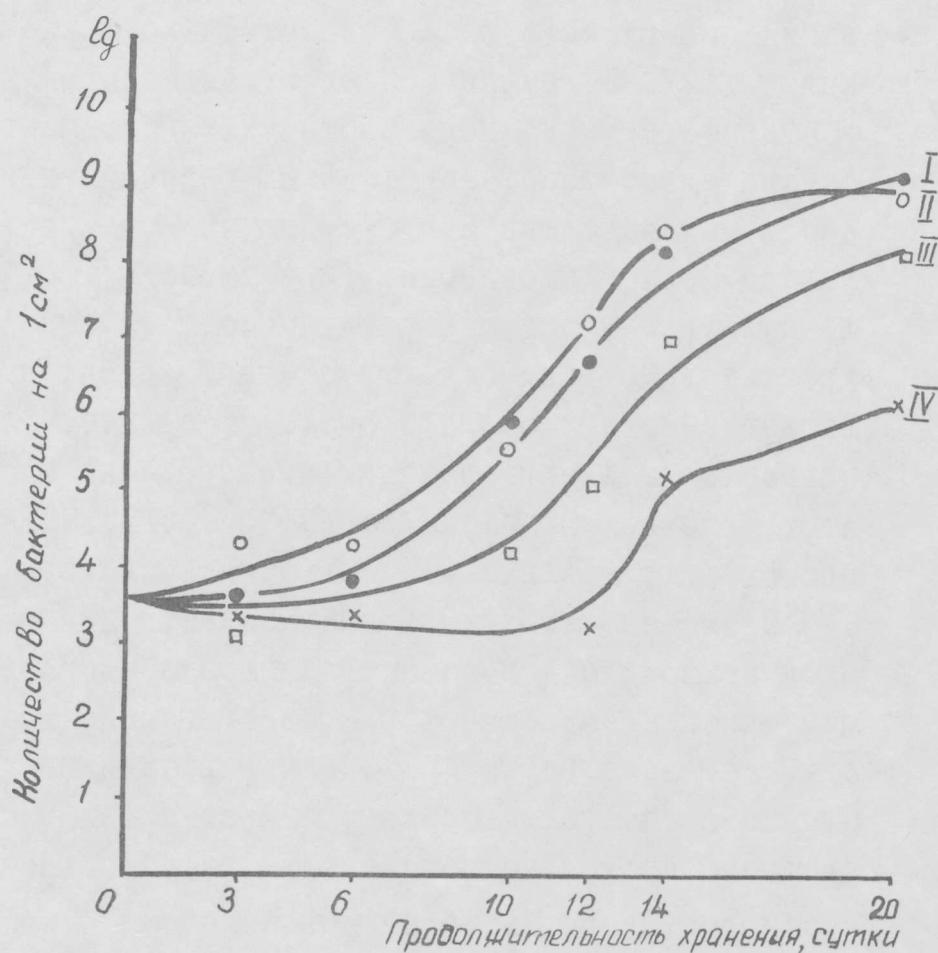


Рис. 2. Изменение количества бактерий на мясе при хранении: I — на воздухе; II — в атмосфере с концентрацией азота 90%; III — в атмосфере с концентрацией азота 95%; IV — в атмосфере с концентрацией азота 99%.

Начало роста бактерий на мясе в условиях 90 и 95%-ной концентрации газобразного азота наблюдалось также, как и при хранении на воздухе, на 6 сутки. Однако продолжительность генерации бактерий на мясе при 95%-ной концентрации азота увеличивалась по сравнению с хранением мяса на воздухе и при 90%-ном содержании азота в атмосфере.

Содержание бактерий на охлажденном мясе, хранившемся в течение 12 сут. в атмосфере с концентрацией азота 99%, оставалось на уровне исходного — 10^3 клеток на 1 см^2 . В дальнейшем рост бактерий проходил со скоростью генерации 23 часа и к концу хранения количество бактерий составило 10^7 клеток на 1 см^2 .

Полученные результаты свидетельствуют о том, что 99%-ная концентрация газообразного азота угнетающе действует на рост аэробных психротрофных бактерий на охлажденном мясе. Качественный состав микрофлоры охлажденного мяса, хранившегося в атмосфере с концентрацией азота 99%, определяли в конце хранения (20 сутки).

С посевов мяса, выращиваемых в аэробных условиях при 20°C выделено 70 штаммов. По морфологическим признакам, окраске по Граму и подвижности они были разделены на три группы, из которых отобрано 11 штаммов, представлявших собой грамотрицательные неподвижные палочки. На основании классификации Бердже /18/, а также по изменению глюкозы в среде Хьюга-Лейфсона, отношению к антибиотикам (пенициллину и хлорамфениколу) и аргинину /19/ 4 штамма были идентифицированы как *Achromobacter guttatus*, 2—*Achromobacter* sp. и 5—*Flavobacterium* sp.

С посевов со среды Рогоза, выращенных в анаэробных условиях, было идентифицировано 11 штаммов, представляющих собой грамположительные, неподвижные кислотоустойчивые палочки.

По морфолого-биохимическим показателям /18, 20/ исследуемые анаэробные бактерии были идентифицированы как *Lactobacillus* группы *Betabacterium*.

Увеличение количества бактерий на охлажденном мясе при хранении в атмосфере 99%-ного азота, начиная с 12 сут., обусловлено, вероятно, развитием этой группы бактерий. Электрон-

но-микроскопическими методами исследования установлено, что большинство психрофильных бактерий рода *Pseudomonas*, находясь в атмосфере с высоким содержанием азота (99%), постепенно претерпевают значительные морфологические изменения: от просветления и грануляции цитоплазмы до разрушения клеточных стенок и лизиса.

ВЫВОДЫ

1. Атмосфера с концентрацией азота 99,8% способствует стабилизации окраски поверхности мышечной ткани охлажденной говядины в течение 20 суток.

2. Атмосфера с концентрацией азота 99% оказывает угнетающее действие на рост аэробных психротрофных бактерий на охлажденном мясе. В процессе хранения охлажденного мяса изменяется качественный состав микрофлоры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Brooks J. Food Research, 3, 1938, 75.
2. Hamm R., Schweigert H., Die Fleischwirtschaft, 44, 8, 773.
3. George P., Stratman C.J. "Biochem. J.", 57, 1954, 568.
4. Snyder H.E., Ayres J.C. "J. Food Sci.", 26, 5, 1961, 469.
5. Brown N.D., Dolev A. "J. Food Sci.", 28, 1963, 207.
6. Robach D.L., Costilow R.N. "Appl. Microbiol.", 6, 1961, 529.
7. Bomar M. "Prumysl potraviny", 18, 2, 1967, 72.
8. Носкова Г.Л. Важнейшие работы в области холодильной техники и технологии. Сб. тр. ВНИИХИ, 1970.
9. Weidemann J.F. "J. Appl. Bact.", 28, 3, 1965, 365.
10. Partmann W., Frank H.K., Gutschmidt "J. Die Fleischwirtschaft", 50, 8, 1970, 1067.
11. Partmann W., Frank H.K., Gutschmidt "J. Die Fleischwirtschaft", 50, 9, 1970, 1205.
12. Dean R.W., Ball G.O. "Food Technol.", 14, 1960, 271.

13. S n y d e r H.E. "J.Food Sci.", 30, 1965, 457.
14. S t e w a r t M.R., L i p s e r M.W., W a t t s S.M.
"J.Food Sci.", 30, 1965, 464.
15. Recommended Methods for the Microbiological Examination of
Foods, New York, 1958.
16. G e o r g e P., S t r a t m a n C.J. "Biochem.", 51,
1952, 418.
17. G i l k a J. "Prumysl potraviny", 14, 1963, 519.
18. Berdey's "Manual of Determin. Bacteri.", London, 1957.
19. T h o r n l e y M.J. "Appl. Bacteriol.", 23, 1, 1960, 37.
20. К в а с н и к о в Е.И. Прикладная биохимия и микробиология,
Изд-во "Наука", 1968.

LIST OF FIGURES

FIG.1. Myoglobins ratio during chilled beef storage:

in the air

in 90-95% N₂

in 99.8% N₂

парное мясо	-	fresh warm meat
охлажденное мясо	-	chilled meat
продолжительность хранения, сутки	-	storage time, days

FIG.2. Changes in bacterial load on meat during storage:

1 - in the air;

2 - in 90% N₂;

3 - in 95% N₂;

4 - in 99% N₂

количество бактерий	-	bacterial load
продолжительность хранения, сутки	-	storage time, days